

University of Groningen

Orientation effects in QSOs, quasars and radio galaxies.

Hes, Ronald

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1995

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Hes, R. (1995). Orientation effects in QSOs, quasars and radio galaxies. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Nederlandse samenvatting

Quasars en radiostelsels

Wie op een onbewolkte avond naar boven kijkt ziet dat de sterren schijnbaar gelijkmatig verdeeld zijn over de hemel. Bij aandachtige beschouwing valt een zekere concentratie van sterren in een vage band te bespeuren: de Melkweg. Sinds het begin van deze eeuw weten we dat deze structuur wordt veroorzaakt doordat ongeveer honderd miljard sterren, waaronder ook de zon, samen een schijfvormig sterrenstelsel vormen dat door de zwaartekracht bijeen wordt gehouden. Ons eigen sterrenstelsel, de Melkweg, is beslist niet uniek. Met sterke kijkers worden sterrenstelsels gevonden tot aan de verste uithoeken van het heelal. Sterrenstelsels vormen de bouwstenen van het heelal.

Sterrenstelsels worden ook bestudeerd met radiotelescopie, grote schotelvormige antennes, zoals bijvoorbeeld in Dwingeloo en Westerbork te vinden zijn. Met deze radiotelescopie kan de straling worden gemeten die het heelal op radio golflengten veroorzaakt. Het heelal blijkt vol met afzonderlijke bronnen van radiostraling: sommige behoren bij objecten in ons eigen sterrenstelsel, andere bij objecten daarbuiten, extragalactische radiobronnen genoemd. Wanneer je met een grote telescoop kijkt naar de plekken aan de hemel waar extragalactische radiobronnen staan, dan vind je daar twee soorten objecten: (1) zeer zwakke sterrenstelsels of (2) heldere ster-achtige objecten, quasi-sterren of 'quasars' genoemd. Deze laatste groep stelde bij hun ontdekking onderzoekers voor raadsels. Om objecten te bestuderen maken sterrenkundigen vaak spectra. Het licht wordt daarbij uiteengehaald in afzonderlijke kleuren. In spectra van hemellichamen zijn vaak heldere lijnen te zien die worden uitgestraald door heet gas. Deze lijnen verraden de aanwezigheid van de chemische bestanddelen waaruit een hemellichaam bestaat. Toen aan het begin van de zestiger jaren de eerste spectra van quasars werden gemaakt, was er iets raars aan de hand. De lijnen in deze spectra leken helemaal niet op die van andere bekende objecten. In 1963 werd aangetoond dat het lijnenpatroon in quasar spectra bestaat uit bekende lijnen, die echter sterk zijn verschoven. Deze lijnverschuiving komt door de uitdijning van het heelal en is evenredig met de afstand van een object. Men moest daarom concluderen dat quasars heel erg ver weg staan en tevens dat ze de helderste objecten in het heelal zijn.

Kort hierna werd ontdekt dat de helderheid van quasars in korte tijd sterk kan variëren. Dit kan alleen als de grote hoeveelheid licht van een quasar binnen een heel klein gebiedje ontstaat. Gewone sterren kunnen zoveel energie niet produceren. In quasars spelen zich kennelijk explosieve processen af. Dit blijkt ook wanneer je een spectrum van een quasar bekijkt: sommige spectraallijnen zijn erg breed, wat betekent dat binnen in een quasar gaswolken met grote snelheid bewegen.

De radiostraling v

Zoals gezegd vindt men i
jecten die bij radiobronne
het zijn verre sterrenstels
maar ook deze radiostels

Naarmate de techniek v
tailleerde afbeeldingen te
er ongeveer hetzelfde uit a
stelsel staat is vaak een p
daarvan zijn twee uitgestre
veel quasars en in sommige
van de lobben verbindt, de
waarschijnlijk met hoge sn
verliezen de deeltjes energie

Kernen en 'jets' zijn de
chien schuilt hierin het belaa
stheorie leert namelijk dat ee
proefschrift toetst de volgen
type objecten. Het waargeno
in quasars de 'jet' naar ons
omdat het verschillende klass
Dit model vereenvoudigt ho
minder echte verschillen dan

Test van het unificat

Het unificatie model zegt da
We zien een quasar wanneer
onze gezichtslijn. Is de hoek
radio stelsel. Het blijft dan ec
zwakker zijn en waarom ze v
veronderstellen we dat de held
stof, parallel aan de 'jet'. In ee
al het licht bereikt ons. In een
Ook de heldere quasar-kern, wa
omdat deze door de stofring aa
lijnen in radiostelsels omdat d
stofring bevindt.

Het unificatie model is te ve
de meeste zestigplussers wel in
quasar-kern voor, de lampekap
inkijkt zie je de lamp zitten.
geval wel iets zeggen over de he
het plafond. Hoe helderder de la

De radiostraling van quasars en radiostelsels

Zoals gezegd vindt men met grote kijkers behalve quasars ook beduidend zwakkere objecten die bij radiobronnen horen. Op foto's lijken deze objecten een beetje uitgebreid: het zijn verre sterrenstelsels. De lijnen in hun spectra zijn veel smaller dan die in quasars, maar ook deze radiostelsels blijken op zeer grote afstanden te staan.

Naarmate de techniek van radiotelescopen verbeterde, begonnen sterrenkundigen gedetailleerde afbeeldingen te maken van de radiostraling. Op deze radiokaarten zien quasars er ongeveer hetzelfde uit als radiostelsels. Op de plek waar op foto's een quasar of radiostelsel staat is vaak een puntvormige radiobron te zien, de radiokern. Aan weerszijden daarvan zijn twee uitgestrekte gebieden die radiostraling uitzenden, de 'radiolobben'. In veel quasars en in sommige radiostelsels zien we ook een nauwe pijp die de kern met een van de lobben verbindt, de zogenaamde straalpijp of 'jet'. Door deze pijp bewegen zich waarschijnlijk met hoge snelheid geladen deeltjes naar de lobben. Bij deze verplaatsing verliezen de deeltjes energie die als radiostraling wordt uitgezonden.

Kernen en 'jets' zijn doorgaans veel helderder in quasars dan in radiostelsels. Misschien schuilt hierin het belangrijkste verschil tussen beide typen objecten. De relativiteitstheorie leert namelijk dat een 'jet' veel helderder lijkt wanneer deze naar je toe wijst. Dit proefschrift toetst de volgende veronderstelling: *Quasars en radiostelsels zijn het zelfde type objecten. Het waargenomen verschil tussen beide klassen komt voornamelijk doordat in quasars de 'jet' naar ons toe wijst.* Dit idee wordt wel 'unificatie model' genoemd, omdat het verschillende klassen van objecten met elkaar verenigt door oriëntatie effecten. Dit model vereenvoudigt hopelijk de theorieën over deze objecten: er zijn immers veel minder echte verschillen dan we eerst dachten.

Test van het unificatie model

Het unificatie model zegt dat quasars en radiostelsels eigenlijk dezelfde objecten zijn. We zien een quasar wanneer de 'jet' naar ons toe wijst binnen ongeveer 45 graden van onze gezichtslijn. Is de hoek tussen de 'jet' en de gezichtslijn groter, dan zien we een radio stelsel. Het blijft dan echter de vraag waarom radiostelsels in zichtbaar licht zoveel zwakker zijn en waarom ze veel smallere spectraallijnen hebben. Om dit op te lossen veronderstellen we dat de heldere quasar-kern is omgeven door een ring van verduisterend stof, parallel aan de 'jet'. In een quasar kijken we in de 'jet' en van boven op de stofring: al het licht bereikt ons. In een radio stelsel zien we de 'jet' van de zijkant en dus verzwakt. Ook de heldere quasar-kern, waar de brede spectraallijnen worden gevormd, zien we niet omdat deze door de stofring aan het oog wordt onttrokken (Fig. 1). We zien alleen smalle lijnen in radiostelsels omdat deze afkomstig zijn van ijl gas dat zich boven of onder de stofring bevindt.

Het unificatie model is te vergelijken met een ouderwetse staande schemerlamp, zoals de meeste zestigplussers wel in hun woonkamer hebben staan. De gloeilamp stelt de quasar-kern voor, de lampekop de stofring. Wanneer je van boven of onderen de kap inkijkt zie je de lamp zitten. Van de zijkant zie je echter de kap. Toch kun je in dit geval wel iets zeggen over de helderheid van de lamp, want het licht van de lamp valt op het plafond. Hoe helderder de lamp, hoe helderder ook de weerspiegeling op het plafond.

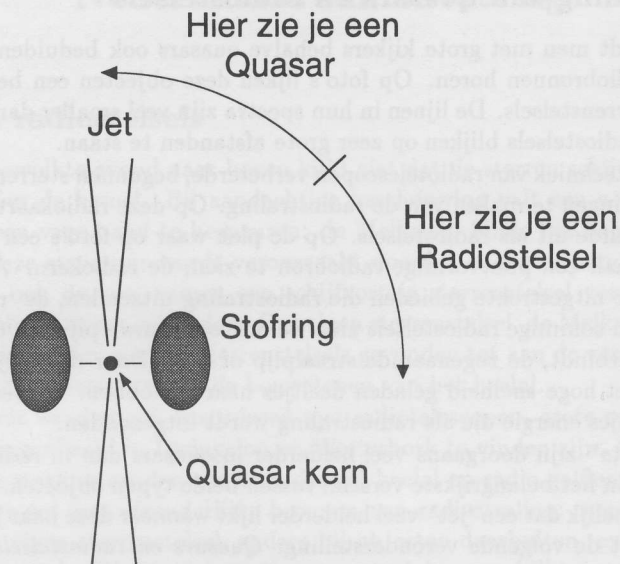


Figure 1: Schematische weergave van het unificatie model van quasars en radiostelsels.

Verder licht ook de lampekap zelf op; hoe sterker de lamp, hoe meer de kap oplicht.

Hoe kan nu dit model voor quasars en radiostelsels getoetst worden? Hoe kunnen we aantonen dat radiostelsels een verborgen quasar bevatten? Dat is de vraag waar het in dit proefschrift om gaat. Wanneer we quasars en radiostelsels willen vergelijken, dan levert de natuur ons de weerspiegelende muren en de lampekap uit het voorbeeld. Gas onder en boven de stofring wordt door de quasar-kern tot lichten gebracht en zendt straling uit in smalle spectraallijnen. Bovendien veroorzaakt de gloeiende stofring infrarode straling. Deze eigenschappen hebben we in dit proefschrift gemeten voor groepen quasars en radiostelsels om de helderheid van beide klassen objecten te vergelijken. De inhoud van dit proefschrift kan als volgt worden samengevat:

1. Voor dit proefschrift hebben we de helderheid gemeten van smalle spectraallijnen in quasars en radiostelsels met behulp van een grote kijker van de Europese sterrenwacht (ESO) in Chili. Het gas dat zich buiten de stofring bevindt wordt door de quasar-kern tot lichten gebracht en zendt straling uit in deze smalle lijnen. Het blijkt nu dat deze lijnstraling even helder is in quasars als in radiostelsels. Het gas ontvangt kennelijk evenveel energie in beide typen objecten. Dit betekent dat radiostelsels waarschijnlijk een verborgen quasar bevatten.

2. Wanneer radiostelsels een verborgen quasar bevatten, dan zal de stofring in radiostelsels evenveel energie onderscheppen als die in de quasars zelf. Deze energie wordt weer uitgestraald in de vorm van infrarode straling, die we kennen als warmtestraling. Deze straling bereikt het aardoppervlak niet, maar kan wel worden gemeten buiten de atmosfeer door de Infrarood Astronomische Satelliet. De metingen die dit ruimtevaartuig

in 1983 heeft gemaakt bevestigen we aan dat quasars in niet in overeenstemming met verschil in helderheid niet in dat ook de infrarood uitstraling effecten.

3. Als radiostelsels en van de radiostraling ook zee proefschrift zijn nieuwe met radiotelescoop in New Mexico meestal te zwak zijn om door radiokernen in enkele radiostelsels uit dezelfde componenten.

Samenvattend kunnen we zeggen dat de voorspellingen

in 1983 heeft gemaakt bevinden zich in een groot archief in Groningen. Met deze gegevens tonen we aan dat quasars iets meer infrarode straling uitzenden dan radiostelsels. Dit lijkt niet in overeenstemming met het unificatiemodel. Dit proefschrift laat echter zien dat het verschil in helderheid niet in ernstige tegenspraak is met het model. We vinden namelijk dat ook de infrarood uitstraling van quasars enigszins wordt versterkt door relativistische effecten.

3. Als radiostelsels en quasars eigenlijk dezelfde objecten zijn, dan zullen metingen van de radiostraling ook zeer zwakke 'jets' en radiokernen tonen in radiostelsels. Voor dit proefschrift zijn nieuwe metingen verricht met behulp van de Very Large Array, een grote radiotelescoop in New Mexico (USA). Deze gegevens laten zien dat 'jets' in radiostelsels meestal te zwak zijn om door ons te worden gemeten. Wel vinden we voor het eerst zwakke radiokernen in enkele radiostelsels, in overeenstemming met het idee dat radiostelsels en quasars uit dezelfde componenten bestaan.

Samenvattend kunnen we stellen dat de metingen in dit proefschrift in overeenstemming zijn met de voorspellingen van het unificatie model van quasars en radiostelsels.

quasars en radiostelsels.

meer de kap oplicht.
len? Hoe kunnen we aan-
de vraag waar het in dit
en vergelijken, dan levert
het voorbeeld. Gas onder
acht en zendt straling uit
stofring infrarode straling.
or groepen quasars en ra-
elijken. De inhoud van dit

van smalle spectraallijnen
de Europese sterrenwacht
wordt door de quasar-kern
n. Het blijkt nu dat deze
et gas ontvangt kennelijk
radiostelsels waarschijnlijk

dan zal de stofring in ra-
rs zelf. Deze energie wordt
kennen als warmtestraling.
worden gemeten buiten de
ngen die dit ruimtevaartuig